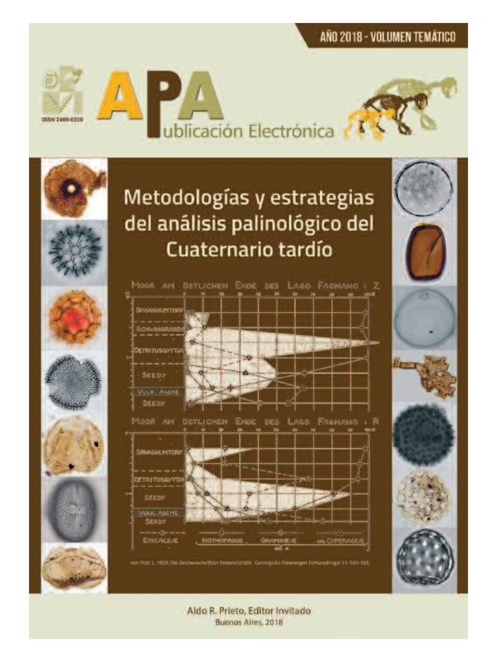

ISSN 2469-0228
www.peapaleontologica.org.ar





EL DISTURBIO ANTRÓPICO EN LOS REGISTROS POLÍNICOS DE MONTAÑA DURANTE EL CUATERNARIO TARDÍO EN EL NOROESTE ARGENTINO

LILIANA LUPO[1]
GONZALO TORRES[1]
PAMELA FIERRO[1]
BRENDA OXMAN[2]
ANA CARINA SÁNCHEZ[1]
ELIZABETH PEREIRA[1]
KARSTEN SCHITTEK[3]

[1]Laboratorio de Palinología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA-CONICET). Alberdi 47, San Salvador de Jujuy, 4600, Argentina.
[2]Instituto de Arqueología, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras. CONICET. 25 de Mayo 217/221 3er piso, 1002 Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
[3]Geographisches Institut, Universität Heidelberg. Im Neuenheimer Feld 348, 69120 Heidelberg, Alemania.

Para citar este artículo: Liliana Lupo, Gonzalo Torres, Pamela Fierro, Brenda Oxman, Ana Carina Sánchez, Elizabeth Pereira y Karsten Schittek (2018). El disturbio antrópico en los registros polínicos de montaña durante el Cuaternario tardío en el noroeste argentino. En: A.R. Prieto (Ed.), *Metodologías y estrategias del análisis palinológico del Cuaternario tardío. Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina* 18 (2): 39–53.

Link a este artículo: http://dx.doi.org/10.5710/PEAPA.29.05.2018.257

DESPLAZARSE HACIA ABAJO PARA ACCEDER AL ARTÍCULO

Asociación Paleontológica Argentina
Maipú 645 1° piso, C1006ACG, Buenos Aires
República Argentina
Tel/Fax (54-11) 4326-7563
Web: www.apaleontologica.org.ar

Otros artículos en Publicación Electrónica de la APA 18(2):

María Eugenia De Porras *et al.*
METODOLOGÍAS Y AVANCES DE LA PALINOLOGÍA DEL CUATERNARIO TARDÍO A LO LARGO DE LA DIAGONAL ÁRIDA SUDAMERICANA

Lorena Laura Musotto *et al.*
LA PALINOLOGÍA COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE PALEOAMBIENTES CONTINENTALES Y MARINOS DEL CUATERNARIO TARDÍO EN EL ARCHIPIÉLAGO DE TIERRA DEL FUEGO

Dominique Mourelle *et al.*
ANÁLISIS PALINOLÓGICO ACTUAL Y DEL CUATERNARIO TARDÍO EN LA REGIÓN DE LOS *CAMPOS* (URUGUAY Y SUR DE BRASIL): ESTADO DE LAS INVESTIGACIONES, DIFICULTADES Y POTENCIALIDADES

APA Publicación Electrónica
ISSN 2469-0228
Año 2018 - 18(2): 39–53
ARTÍCULO

EL DISTURBIO ANTRÓPICO EN LOS REGISTROS POLÍNICOS DE MONTAÑA DURANTE EL CUATERNARIO TARDÍO EN EL NOROESTE ARGENTINO

LILIANA LUPO[1], GONZALO TORRES[1], PAMELA FIERRO[1], BRENDA OXMAN[2], ANA CARINA SÁNCHEZ[1], ELIZABETH PEREIRA[1] Y KARSTEN SCHITTEK[3]

[1]Laboratorio de Palinología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA-CONICET). Alberdi 47, San Salvador de Jujuy, 4600, Argentina. *lupolc@yahoo.com.ar*; *gztorres@gmail.com*; *pamelatatianafierro@gmail.com*; *anacarina_s@yahoo.com*; *angie_lour2@hotmail.com*

[2]Instituto de Arqueología, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras. CONICET. 25 de Mayo 217/221 3er piso, 1002 Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. *brendaoxman@gmail.com*

[3]Geographisches Institut, Universität Heidelberg. Im Neuenheimer Feld 348, 69120 Heidelberg, Alemania. *schittek@uni-heidelberg.de*

Resumen. Para comprender el origen causal de las variaciones del paisaje y particularmente de las comunidades vegetales en los diferentes escenarios ambientales con larga historia de ocupación humana, como los ecosistemas de montaña del noroeste argentino, es importante integrar metodologías que permitan ajustar la interpretación de los diferentes contextos ambientales durante el Cuaternario tardío. En este marco, es fundamental el conocimiento espacio-temporal de las asociaciones vegetales/polínicas indicadoras de actividades antrópicas, con especial énfasis en la problemática de la aparición y el desarrollo de los sistemas agropastoriles. Se analizaron datos de 10 sitios (fluviales, lacustres, vegas, arqueológicos) actuales y fósiles datados por ^{14}C. Se calculó la abundancia relativa, las frecuencias de ocurrencia y los índices de valor de importancia de los tipos polínicos de la asociación indicadora de disturbio antrópico, como variaciones y tendencias espacio-temporales. Se observó la presencia de disturbio por pastoreo/cultivos/malezas, destacándose los tipos polínicos de pastoreo y las Amaranthaceae/Chenopodiaceae en todos los sitios. Los rangos de disturbio en los archivos paleoambientales muestran una tendencia al incremento de oeste a este, concentrándose los mayores valores en el Borde Oriental de los Andes. Temporalmente, el Holoceno Temprano presenta los rangos promedios de disturbio más bajos, que aumentan desde el Holoceno Medio al Tardío. Estos resultados son coherentes con los cambios regionales en el manejo y uso del espacio por los habitantes durante el Holoceno en el noroeste argentino y en los Andes Centrales.

Palabras clave. Paleopalinología. Paleoambientes. Sistemas agropastoriles. Arqueopalinología. Andes Centrales. Argentina.

Abstract. ANTHROPIC DISTURBANCE IN MOUNTAIN POLLEN RECORDS DURING LATE QUATERNARY IN NORTHWEST ARGENTINA. To understand the causal origin of landscape variations and particularly plant communities in different environmental settings with a long history of human occupation, such as the mountain ecosystems of northwest Argentina, it is important to integrate working methodologies that allow for the adjustment of the interpretation of the different environmental contexts during the late Quaternary. In this framework, the space-temporal knowledge of the plant and pollen associations that are indicators of anthropic activities is fundamental, with special emphasis on the problem of the appearance and development of agro-pastoral systems. Data from 10 modern and fossil ^{14}C-dated sites (fluvial, lacustrine, peatlands, archaeological) were analyzed. Relative abundance, frequencies of occurrence and importance value indexes of the pollen types of the association indicating anthropic disturbance were calculated, such as space-temporal variations and trends. Grazing/crops/weeds represent disturbance, with the types of grazing and the presence of Amaranthaceae/Chenopodiaceae standing out in all the sites. Disturbance ranges increase in the paleoenvironmental archives from west-east, with the Eastern Cordillera of the Andes showing the highest values. Temporally, the Early Holocene presents the lowest average ranges of disturbance, whereas ranges increase from the Middle to the Late Holocene. These results are consistent with regional changes in resource management and land use during the Holocene in the northwest Argentina and the Central Andes.

Key words. Paleopalinology. Paleoenvironments. Agro-pastoral systems. Archaeopalinology. Central Andes. Argentina.

Los estudios sobre la vegetación y su representación en el espectro polínico de sitios con disturbio por agricultura/pastoreo y otras actividades humanas están documentados en diversos lugares del mundo a través de sus asociaciones evidenciadas por el polen de Poaceae, Asteraceae, Amaranthaceae/Chenopodiaceae, *Rumex*, Malvaceae, *Plantago*, *Artemisia*, entre otros, en los registros europeos (Turner, 1964; Faegri e Iversen, 1989).

En lugares con una importante historia de ocupación humana, como la documentada para los Andes Centrales de América del Sur, el impacto antrópico sobre los ecosistemas naturales como las alteraciones físico-químicas de los suelos, los procesos erosivos y el deterioro de la cubierta vegetal actual, permiten advertir la magnitud y extensión del disturbio existente, especialmente el producido por los sistemas agropastoriles (Ruthsatz, 1983; Lupo *et al.,* 2006a, b; Schittek *et al*., 2015; Flantua *et al*., 2016). Este disturbio puede inferirse, con diverso grado de intensidad, desde la presencia de grupos cazadores-recolectores nómades (*ca*. 12.000 cal. años AP), hasta las primeras evidencias de agricultura y ganadería incipiente (*ca*. 4.000 cal. años AP) y particularmente, en los últimos 2.000 años, con la expansión de importantes civilizaciones como la Wari, Tiwanaku e Inca (Pearsall, 1989; Silverman e Isbell, 2008). Se discuten desde los centros de origen de los cultivos andinos como el maíz (*Zea mays* L.) y la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), hasta las diferentes pautas de uso del espacio andino (Ledru *et al*., 2013; Lemas, 2014).

Marco paleoambiental y cultural

Para el noroeste argentino (NOA) la historia de ocupación se ha documentado desde la transición Pleistoceno/Holoceno (12.500–10.200 cal. años AP) con la presencia de grupos cazadores-recolectores. Desde 8.000 hasta 6.800 cal. años AP la representación de restos arqueológicos en los yacimientos es baja, coincide con un período de sequía extrema en la Puna (Yacobaccio y Morales, 2005; Yacobaccio, 2006). Se han encontrado evidencias arqueológicas de cambios en las estrategias económicas a *ca*. 4.000/3.000 cal. años AP, que indican la existencia temprana de manejo de camélidos (Yacobaccio y Madero, 1992; Aschero y Yacobaccio, 1998; Morales *et al*., 2010). Posteriormente, para el periodo tradicionalmente denominado "Formativo" (3.000–1.100 cal. años AP; Olivera, 1988, 2001), los antecedentes arqueológicos permiten inferir la presencia de prácticas agropastoriles y/o pastoriles, complementadas con estrategias de caza desde 2.000 cal. años AP (Albeck, 1994; Escola, 2002; Muscio, 2004; Albeck y Zaburlin, 2008; López, 2008).

En los registros polínicos del Cuaternario tardío del NOA (Fig. 1), donde además se analizaron diferentes *proxies* para realizar reconstrucciones paleoambientales, son numerosos los archivos que mencionan la presencia del disturbio antrópico desde el Holoceno Medio, en relación a probables cambios en el uso del espacio (Tab. 1). Las interpretaciones están en relación con los diferentes ambientes de sedimentación (lacustres, fluviales, vegas). En este contexto es destacable la información aportada por el registro palinológico regional, especialmente sobre el cambio en la dinámica de las comunidades vegetales, la presencia de asociaciones de plantas que representan ambientes perturbados, así como la introducción de especies, entre el periodo prehispánico e hispánico (Ruthsatz, 1974, 1977, 1983; Werner, 1976; Graf, 1992; Hansen *et al*., 1994; Kulemeyer y Lupo, 1998), con cambios drásticos en la composición de taxones (tipos polínicos).

Esto también implica un desafío futuro para los trabajos palinológicos regionales, que necesitan profundizar la interpretación de la asociación polínica indicadora de disturbio, tanto en los archivos paleoambientales, como en los sitios arqueológicos. Atendiendo a este planteo, el objetivo de este trabajo es presentar las metodologías utilizadas y discutir las tendencias espaciales y temporales en las asociaciones polínicas que representan a la vegetación vinculada a disturbios antrópicos en diferentes contextos ambientales del NOA durante el Cuaternario tardío.

METODOLOGÍA

Se presentan una selección de 10 sitios (Fig. 2) con datos polínicos para el análisis de la asociación de disturbio. Estos poseen información sobre la dispersión polínica en muestras de superficie, como de los archivos paleoambientales naturales de diferentes ambientes de sedimentación (lacustres, fluviales, vegas) y arqueopalinológicos. Estos registros (Tab. 2) cuentan con cronologías basadas en fechados radiocarbónicos, calibrados con el programa CALPAL online (www.calpal.de) y la curva de calibración CalPal2007_HULU (Weninger *et al*., 2013). Se encuentran ubicados en un gradiente ambiental en diferentes ecorregiones del NOA (Jujuy y Salta), según Brown *et al.* (2006), desde el Borde Oriental de la Cordillera de los Andes (Yavi, Antumpa, Lagunas de Yala (Rodeo), Vega Bauza, sitio arqueológico Los Amarillos) hacia el este de la Puna (Lagunilla de Pozuelos, Cruces II, Tocomar y sitio arqueológico de Pueblo Viejo de

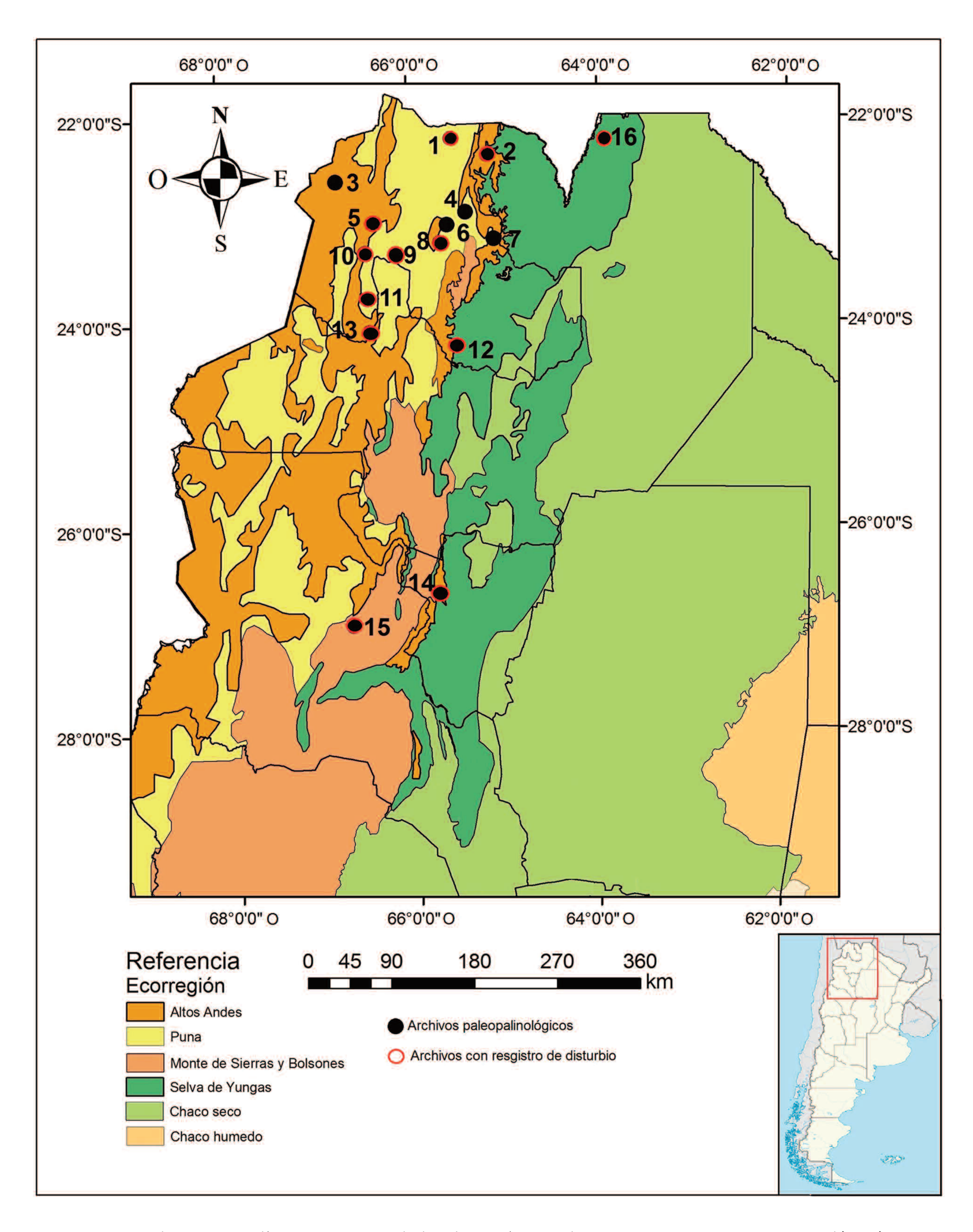


Figura 1. Mapa con los registros polínicos con presencia de disturbio antrópico en el noroeste argentino. Fuente: Brown *et al.* (2006).

TABLA 1 – Archivos paleopalinológicos para el Cuaternario tardío del NOA

Sitio	*Localización Altura (m s.n.m.)*	*Paleoambiente*	*Edad cal. años AP*	*Proxies*	*Fuentes*
1- Yavi	*22°07'S; 65°28'O 3.300*	*Fluvial y vega*	*9.500–2.500 y 500–0*	*P, S, M, A*	*Kulemeyer y Lupo, 1996; Lupo 1998; Schäbitz* et al.*, 2001; Kulemeyer, 2005*
2- Tres Lagunas	*22°12'S; 65°07'O 4.400*	*Laguna*	*15.000–1.000*	*P, S*	*Schäbitz 2000; Schäbitz* et al.*, 2001*
3- Laguna Pululos	*22°34'S; 66°47'O 4.500*	*Laguna*	*1.400–0*	*P, S, D*	*Lupo et al., 2007; Morales* et al.*, 2015*
4- Abra de la Cruz	*22°40'S; 65°20'O 4.430*	*Laguna*	*1.400–1.000*	*P, S*	*Schäbitz 2000; Schäbitz* et al.*, 2001*
5- Coranzuli	*22°58'S; 66°21'O 4.000*	*Vega*	*2.500–0*	*P, S, Z*	*Stinnesbeck* et al.*, 2014*
6- Barro Negro	*23°S; 65°37'O 3.820*	*Fluvial y vega*	*12.000–10.000*	*P, S, I, T, A*	*Fernández* et al.*, 1991*
7- Laguna Blanca	*23°09S'; 65°12'O 4.260*	*Laguna*	*29.000–2.500*	*P, S*	*Torres* et al.*, 2016*
8- El Aguilar	*23°10'S; 65°40'O 4.000*	*Vega*	*10.000–0*	*P, S*	*Markgraf, 1985*
9- Barrancas	*23°18'S; 66°05'O 3.660*	*Fluvial, vega*	*6.500–4.000*	*P, S, D*	*Oxman, 2015*
10- Lapao 2 y 5	*23°23'S; 66°21'O 3.670*	*Fluvial, vega*	*9.400–7.300 500–0*	*P, S, D*	*Oxman* et al.*, 2013; Tchilinguirian* et al.*, 2014; Oxman, 2015; Oxman* et al.*, 2016*
11- Pastos Chicos	*23°40'S; 66°25'O 3780*	*Fluvial, vega*	*9.500–700*	*P, S, D*	*Oxman y Yacobaccio, 2014; Oxman, 2015*
12- Yala	*24°06'S; 65°30'O 2.100*	*Laguna*	*1.800–0*	*P, S, G, C, M*	*Lupo* et al.*, 2006*
13- Vega Tuzgle	*24°09'S; 66°24'O 4.350*	*Vega*	*2.100–0*	*P, S, C, V, Z, I, G*	*Schittek* et al.*, 2016*
14- Tafi de Valle	*26°45'S; 65°45'O 3.000*	*Fluvial, Vega*	*2.100–600*	*P, S*	*Lupo, 1991, Garralla, 2003*
15- Laguna Cotagua	*27°03'S; 66°48'O 2.350*	*Laguna*	*6.300–0*	*P, S*	*Kulemeyer* et al.*, 2013*
16- Laguna Seca	*22°21'S, 63°52'O 780*	*Laguna*	*50*	*P, S, G, M*	*Fierro* et al.*, 2016*

P=Reconstrucciones polínicas, C=Carbón vegetal, D=Diatomeas, V= Macrorrestos vegetales, Z= Macrorrestos animales, T=Paleovertebrados, S=Sedimento, I=Isótopos estables, M=Mineralogía, G=Geoquímica, A=Arqueología).

Tucute), a la transición Yungas Chaco (sitio arqueológico Moralito) (Fig. 2).

Para los estudios actualistas de las principales unidades de vegetación en ecosistemas del NOA se cuenta con datos de comunidades vegetales y análogos polínicos modernos, que constituyen la base para interpretar el pasado (Lupo, 1998; Torres *et al.*, 2011; Cruz, 2012; Oxman, 2015). Para este trabajo se seleccionaron muestras polínicas de superficie para cada sitio donde se ubican los registros polínicos fósiles.

Los muestreos de campo y métodos de laboratorio variaron según el ambiente de sedimentación y el tipo de sedimento. Por otro lado, los sitios arqueológicos presentan una problemática de sedimentación y conservación diferente a los depósitos naturales, en consecuencia los diseños de muestreo se realizaron en estrecha vinculación con las excavaciones arqueológicas (Renault-Miskovsky, 1988; Bryant, 1989; Renault-Miskovsky y Lebreton, 2006). Las excavaciones se organizaron por niveles artificiales, detalles de las capas arqueológicas fértiles, con fechados radiocarbónicos y muestreos polínicos (Kulemeyer, 1995).

La recuperación polínica de los sedimentos se realizó mediante técnicas estándares (Gray, 1965) con modificaciones según las características del material de estudio.

Para la identificación de los tipos polínicos se utilizó la palinoteca de referencia del Laboratorio de Palinología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy/Instituto de Ecorregiones Andinas (PAL-JUA) y literatura específica (Heusser, 1971; Markgraf y D'Antoni, 1978; Moore y Webb, 1983). Para la nomenclatura de los tipos polínicos se siguió a Joosten y De Klerk (2002) y De Klerk y Joosten (2007).

La asociación de disturbio en los análisis polínicos se estableció siguiendo un criterio ecológico sobre la base de los datos de los trabajos de campo y la literatura (Braun Wilke, 1991; Lupo, 1998; Lupo *et al.*, 2008; Braun Wilke *et al.*, 2013; Oxman, 2015; Torres, 2017). La misma está documentada particularmente en los sistemas agropastoriles de alta montaña del NOA y de los Andes Centrales (Ruthsatz, 1983; Tapia-Nuñez y Flores-Ochoa, 1984; Hansen *et al.*, 1994).

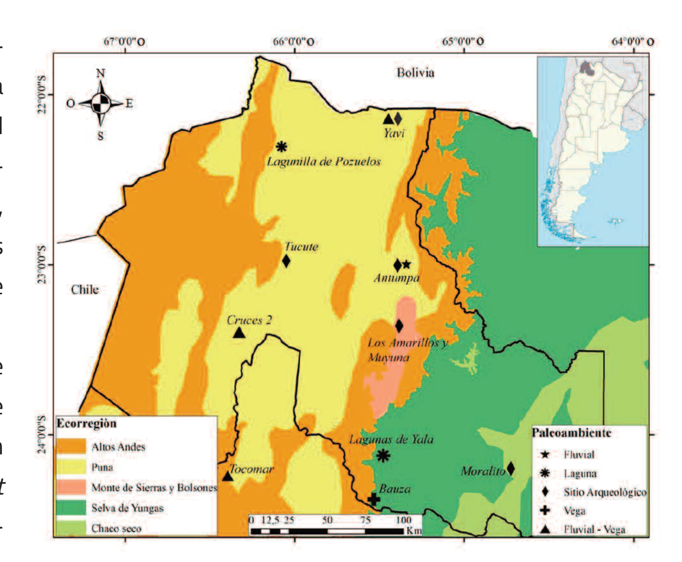


Figura 2. Mapa de ubicación de los sitios de estudio en las Ecorregiones del noroeste argentino (Brown *et al.*, 2006) y contextos ambientales a los que pertenecen.

Para definir y categorizar las asociaciones polínicas de disturbio (Tab. 3), además de los antecedentes mencionados sobre estudios de comunidades vegetales se consideraron los estudios actualistas (comunidades vegetales y análogos polínicos modernos), que constituyen la base para interpretar las agrupaciones de disturbio por pastoreo, cultivos y malezas (Lupo, 1998; Cruz, 2012; Oxman, 2015; Torres, 2017).

TABLA 2 – Registros polínicos con análisis de la asociación de disturbio antrópico

Sitio	*Localización Altura m s.n.m.*	*Contexto Ambiental*	*Edad cal. años AP*	*Proxies*	*Fuentes*
Tocomar	*24°14' S; 66°24'O 4.120*	*Vega*	*9.500–6.000*	*P, D, S*	*Morales y Schittek, 2008*
Lagunilla de Pozuelos	*22°17' S; 66°5'O 3.760*	*Laguna*	*2.000–0*	*P, S, G, M*	*Albeck* et al., *2017; Lupo* et al., *2017*
Cruces 2	*23°40' S; 66°25'O 3.660*	*Fluvial y vega*	*5.100–2.200*	*P, S, D*	*Oxman, 2015*
Yavi, La Palca	*22°07' S; 65°28'O 3.300*	*Fluvial y vega*	*5.700–2.500*	*P, S, M, A*	*Kulemeyer y Lupo, 1998; Lupo, 1998; Schäbitz* et al., *2001; Kulemeyer, 2005*
Antumpa	*22°59' S; 65°20'O 3.350*	*Fluvial*	*1.100–5.500*	*P, S*	*Kulemeyer* et al., *2015; Lupo* et al., *2017*
Yala, Laguna Rodeo	*24°06' S; 65°30'O 2.105*	*Laguna*	*1.600–0*	*P, S, G, C, M*	*Lupo* et al., *2005*
Vega Bauza	*24°22' S; 65°32'O 3.130*	*Vega*	*2.200–0*	*P, S*	*Torres, 2017*
Tucute	*22°58' S; 66°3'O 3.780*	*Recinto habitacional, andenes de cultivos*	*800–600*	*P, A*	*Lupo* et al., *2010*
Los Amarillos y Muyuna	*23°11' S; 65°13'O 2.850*	*Recinto habitacional*	*800–500*	*P, A*	*Nielsen y Lupo, 2002*
Moralito	*24°11' S; 64°43'O 550*	*Recinto habitacional*	*2.000–1.700*	*P, A*	*Lupo y Echenique, 2001*

Contextos ambientales y proxies (P=Polen, S=Sedimento, M=Mineralogía, G=Geoquímica, C=Carbón vegetal, D=Diatomeas, A=Arqueología).

Tabla 3 – Asociaciones polínicas de disturbio antrópico

	Pastoreo	Cultivos	Malezas
Amaranthaceae/ Chenopodiaceae	X	X	X
Gomphrena	X		
Malvaceae	X		
Plantago			
Asteraceae Liguliflorae			X
Urticaceae	X		
Brassicaceae	X		
Astragalus garbancillo	X		
Nototriche	X		
Viguiera			X
Oxibaphus			X
Lachemilla pinnata	X		
Geranium	X		
Tipo Cereal		X	
Rumex	X		
Poaceae > 40 mm			X
Zea mays		X	
Erythroxylum		X	

En contextos arqueológicos las Poaceae >40µm (granos de gramíneas grandes, tipo Cereal), Fabaceae Papilionoideae (leguminosas entre las que se ubican *Astragalus* spp., *Lupinus* spp., entre otras indicadoras de sobrepastoreo) y Malvaceae, se consideran indicadores de diversas formas y grado de actividad humana. La sobre-representación de Amaranthaceae/Chenopodiaceae y el aumento de los porcentajes de Poaceae > 40 µm, se relacionaron con un cambio en la actividad del sitio. Las Amaranthaceae/Chenopodiaceae en estos niveles estarían en relación con el abandono del sitio y la proliferación del grupo en forma de malezas de cultivos abandonados (Nielsen y Lupo, 2002; Lupo *et al.*, 2006a).

Para evaluar la tendencia espacial del disturbio, se calculó un valor medio para expresar el rango de disturbio para cada archivo sedimentario seleccionado. Para ello, se promediaron los valores porcentuales de la asociación de tipos polínicos fósiles que componen cada archivo. Los resultados se presentan en un gráfico tipo *box plot* elaborado con el programa Past v3.16 (Hammer *et al.*, 2001).

Para ilustrar el cambio en la intensidad de disturbio en relación con la escala temporal (escala de milenios), se compararon los fechados radiocarbónicos de cada secuencia y se tomó como criterio, dividir la escala en tres intervalos temporales: Holoceno Temprano (11.000–6.000 cal. años AP), Holoceno Medio (6.000–3.000 cal. años AP) y Holoceno Tardío (3.000 cal. años AP–0). Luego se promediaron los valores porcentuales de la asociación polínica teniendo en cuenta el número de muestras que integran cada intervalo temporal. Los datos se graficaron con el programa *Surfer* v8.0.

Con la finalidad de establecer un orden objetivo de importancia de los tipos polínicos, se aplicó el índice de valor de importancia (IVI) utilizado en ecología vegetal (Mostacedo y Fredericksen, 2000), adaptado para palinología. Para ello se calcularon los parámetros de abundancia relativa (AR) y frecuencia de ocurrencia (FO) a partir de una matriz construida con los datos de todas las secuencias fósiles (se empleó la ecuación: IVI= AR + FO). El IVI se expresa en porcentaje calculado para el 100% y se presenta en un gráfico de torta, en el que se muestra el orden decreciente de importancia de los tipos polínicos.

RESULTADOS

Muestras polínicas superficiales, archivos paleoambientales y sitios arqueológicos

Los tipos polínicos de la asociación de disturbio en los sedimentos se agruparon en indicadores de pastoreo (p), cultivos (c) y malezas (m). Los tipos polínicos de la asociación de disturbio antrópico fueron ordenados de acuerdo con los valores de AR, FO y el IVI para los sedimentos de las muestras superficiales y de los archivos paleambientales y arqueológicos (Tab. 4a,b,c). Se destaca Amaranthaceae/ Chenopodiaceae con IVI entre 14 y 22, como una de las principales familias en la Puna, en todos los ambientes de montaña, pero especialmente concentrada en contextos salobres e integrando también la asociación de disturbio por pastoreo, cultivos y malezas, tanto actuales como fósiles. En las muestras polínicas superficiales (Tab. 4a) le siguen en valores de importancia con valores de IVI entre 13 y 5,8:

Tabla 4 – Valores de Abundancia Relativa (AR), Frecuencia de Ocurrencia (FO) e Índice de Valor de Importancia (IVI)

(a) Sedimentos superficiales	*AR (%)*	*FO (%)*	*IVI*
Amaranthaceae/Chenopodiaceae (p,c,m)	*6,9*	*9,7*	*14,0*
Gomphrena *(p)*	*2,4*	*12,9*	*13,0*
Malvaceae (p)	*2,0*	*12,9*	*12,6*
Plantago *(p)*	*0,4*	*12,9*	*11,3*
Asteraceae Liguliflorae (m)	*1,6*	*6,5*	*6,8*
Urticaceae (p)	*1,5*	*6,5*	*6,7*
Brassicaceae (p)	*0,7*	*6,5*	*6,0*
Astragalus garbancillo *(p)*	*0,5*	*6,5*	*5,8*
Nototriche *(p)*	*0,7*	*3,2*	*3,3*
Viguiera *(m)*	*0,5*	*3,2*	*3,2*
Oxibaphus *(m)*	*0,3*	*3,2*	*3,0*
Lachemilla pinnata *(p)*	*0,3*	*3,2*	*3,0*
Geranium *(m)*	*0,2*	*3,2*	*2,9*
Tipo Cereal (c)	*0,03*	*3,2*	*2,8*
Rumex *(p)*	*0,02*	*3,2*	*2,7*
Melilotus *(p)*	*0,02*	*3,2*	*2,7*
(b) Sedimentos fósiles	*AR (%)*	*FO (%)*	*IVI*
Amaranthaceae/Chenopodiaceae (p,c,m)	*5,92*	*19,4*	*22,5*
Malvaceae (p)	*0,71*	*16,7*	*15,4*
Brassicaceae (p)	*0,15*	*16,7*	*14,9*
Gomphrena *(p)*	*2,03*	*11,1*	*11,7*
Plantago *(p)*	*0,38*	*11,1*	*10,2*
Urticaceae (p)	*0,52*	*8,3*	*7,9*
Astragalus garbancillo *(p)*	*0,06*	*5,6*	*5,0*
Asteraceae Liguliflorae (m)	*1,78*	*2,8*	*4,0*
Nototriche *(p)*	*0,70*	*2,8*	*3,1*
Lachemilla pinnata *(p)*	*0,30*	*2,8*	*2,7*
Oxibaphus *(m)*	*0,21*	*2,8*	*2,6*
(c) Sitios arqueológicos	*AR (%)*	*FO (%)*	*IVI*
Amaranthaceae/Chenopodiaceae (p,c,m)	*26,95*	*16,67*	*21,58*
Poaceae > 40 mm (p,c,m)	*32,08*	*8,33*	*20,00*
Zea mays *(c)*	*19,77*	*4,17*	*11,84*
Brassicaceae (p)	*8,72*	*12,50*	*10,50*
Gomphrena *(p)*	*4,09*	*16,67*	*10,27*
Urticaceae (p)	*2,18*	*12,50*	*7,26*
Malvaceae (p)	*4,79*	*4,17*	*4,43*
Asteraceae Liguliflorae (m)	*1,48*	*12,50*	*6,92*
Erythroxylum *(c)*	*0,94*	*4,17*	*2,53*
Plantago *(p)*	*0,63*	*4,17*	*2,37*
Viguiera *(m)*	*0,48*	*4,17*	*2,30*

p= pastoreo, c= cultivo, m= maleza.

Gomphrena, Malvaceae, *Plantago*, Asteraceae Liguliflorae, Urticaceae, Brassicaceae, *Astragalus garbancillo*, *Nototriche*. En las muestras de los archivos paleoambientales (Tab. 4b) con IVI entre 15,4 y 5, se encuentran Malvaceae, Brassicaceae, *Gomphrena*, *Plantago*, Urticaceae, *A. garbancillo*, todos vinculados al pastoreo en microambientes con presencia de agua en zonas áridas y semiáridas principalmente.

En los sitios arqueológicos (Tab. 4c) según el IVI (20 a 4,4), a las Amaranthaceae-Chenopodiacae, le siguen las

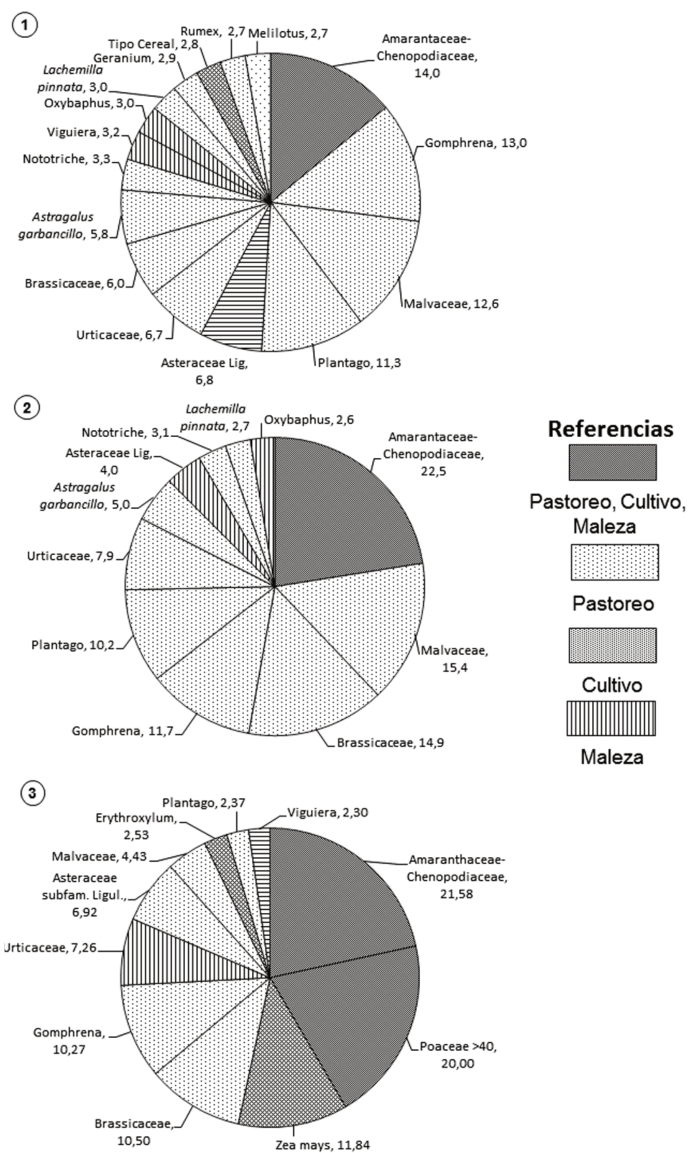


Figura 3. Tipos polínicos vinculados al pastoreo, cultivos y malezas según IVI (Tab. 4) en los registros actuales (1), fósiles (2) y sitios arqueológicos (3).

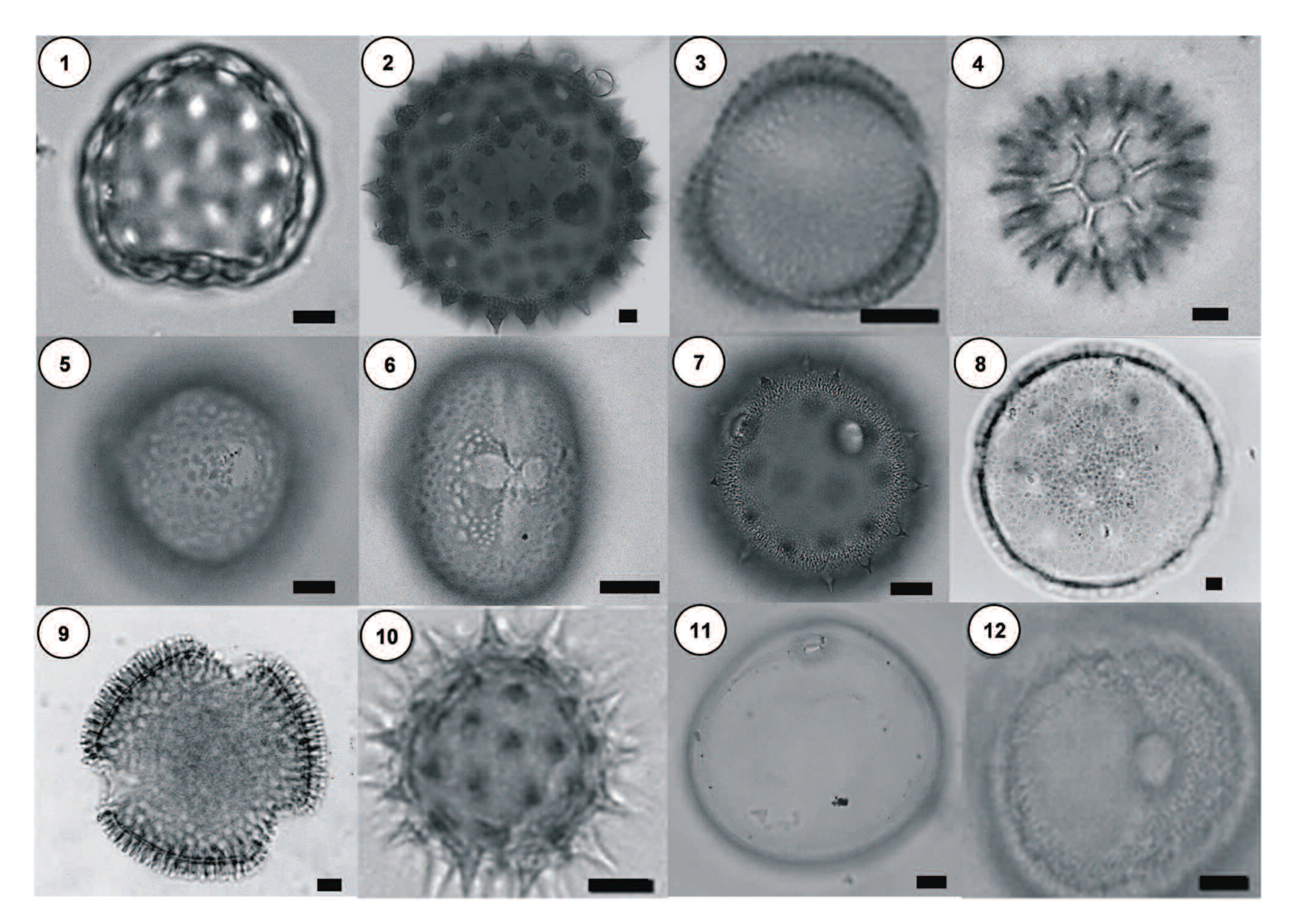


Figura 4. Tipos polínicos de la Asociación de Disturbio Antrópico: actual (a), fósil (f) y sitios arqueológicos: **1,** Amaranthaceae/Chenopodiaceae (a,b,c); **2,** Malvaceae (a,b,c); **3,** Brassicaceae (a,c); **4,** *Gomphrena* (a,b,c); **5,** *Plantago tubiflora* (a,b); **6,** *Astragallus garbancillo* (a,b): **7,** *Nototriche* (a,b); **8,** *Oxibaphus* (b); **9,** *Geranium* (a); **10,** *Viguiera* (a,c); **11,** *Zea mays* (c); **12,** *Rumex* (a). La escala de cada fotomicrografía corresponde a 10 µm.

Poaceae (> 40 mm) *Zea mays,* Brassicaceae, *Gomphrena*, Urticaceae, Asteraceae Liguliflorae, Malvaceae. Se destacan los altos valores de Amaranthaceae/Chenopodiacae, Poaceae, como la presencia de *Z. mays* y *Erythroxylum* vinculadas a cultivos y malezas de cultivo.

La asociación de los tipos polínicos (Figs. 3, 4) vinculados al pastoreo predomina en la mayoría de las muestras polínicas actuales (Fig. 3.1) y de sitios paleoambientales (Fig. 3.2). En cambio, en los sedimentos de sitios arqueológicos (Fig. 3.3), predominan los tipos de disturbio (Amaranthaceae/Chenopodiaceae y Poaceae > 40 mm) vinculados a cultivos, pastoreo y malezas.

Tendencias espaciales y temporales de las asociaciones de disturbio antrópico

Los sitios estudiados permitieron analizar en el área la asociación de disturbio antrópico en un marco espacial y temporal, el que posee un importante gradiente ambiental este–oeste. El disturbio se incrementa hacia el Borde Oriental de la Cordillera de los Andes (Fig. 5).

Según el orden de IVI y la escala de los porcentajes relativos promedios (0,01–12 %), los tipos polínicos predominantes por archivo sedimentario son en todos los casos Amaranthaceae/Chenopodiaceae, Malvaceae y Brassicaceae (Fig. 6.1). La diversidad polínica aumenta desde el oeste (Tocomar, Cruces, Pozuelos) al este (Yavi, Yala, Bauza).

Los registros arqueológicos (Fig. 6.2) muestran la asociación de disturbio relacionada con diferentes pautas de ocupación del espacio, como actividades agrícolas y ganaderas así como otras actividades, ya que se presentan datos de recintos habitacionales con diferente uso de los recursos

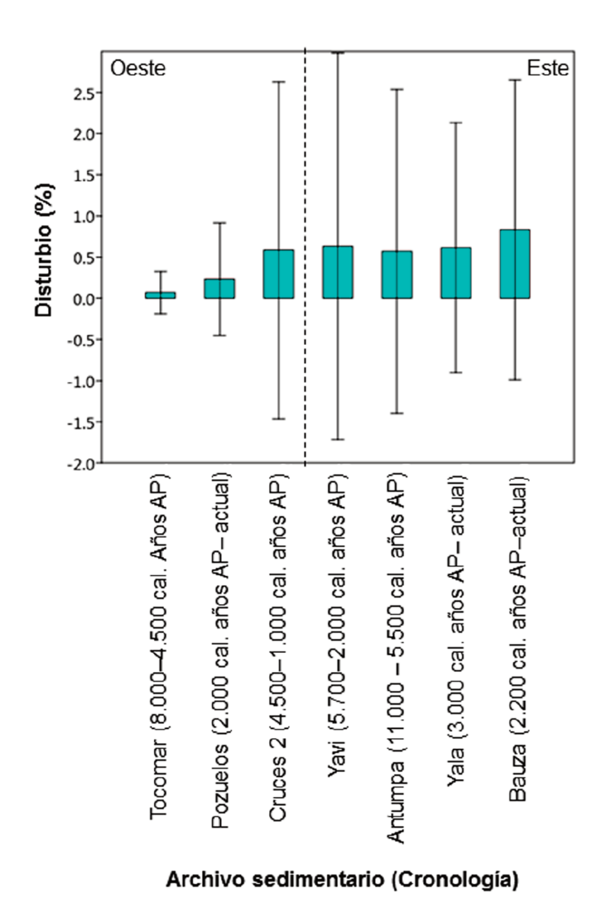


Figura 5. Rangos y tendencia espacial del disturbio antrópico en los archivos paleoambientales. Se observan los valores promedios del rango de frecuencias relativas promedios para cada archivo sedimentario, de oeste a este y la cronología que abarcan los archivos. Las barras indican la desviación estándar a un sigma.

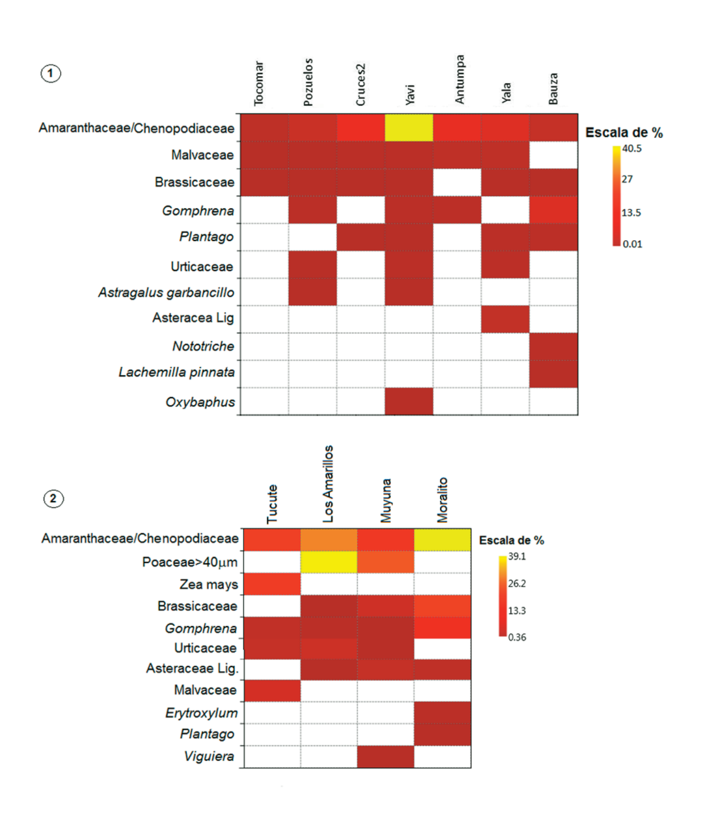


Figura 6. Tipos polínicos de la Asociación de Disturbio según IVI, por archivo fósil (1) y sitios arqueológicos (2), en escala de porcentajes relativos promedios (mínimo: 0,01 y máximo: 12%).

vegetales, desde culinarios, rituales hasta ceremoniales, entre otros (Lupo y Echenique, 1995; Lupo, 1998). Estos pertenecen al Holoceno Tardío donde Amaranthaceae/Chenopodiaceae alcanza hasta 39,1% y *Gomphrena* está presente en los registros polínicos. Estos valores indican según el contexto arqueológico la presencia de cultivos, o proliferación como malezas por abandono de los sitios.

Los valores promedios de la asociación de disturbio para cada archivo sedimentario en la escala temporal (Fig. 7) son bajos durante el Holoceno Temprano (11.000–6.000 cal. años AP) en Antumpa y Tocomar, donde se presentan los menores valores porcentuales. Estos se incrementan hacia el Holoceno Medio (6.000–3.000 cal. años AP) en Cruces y Yavi (hasta un 49%) y particularmente durante Holoceno Tardío (3.000 cal. años AP-0).

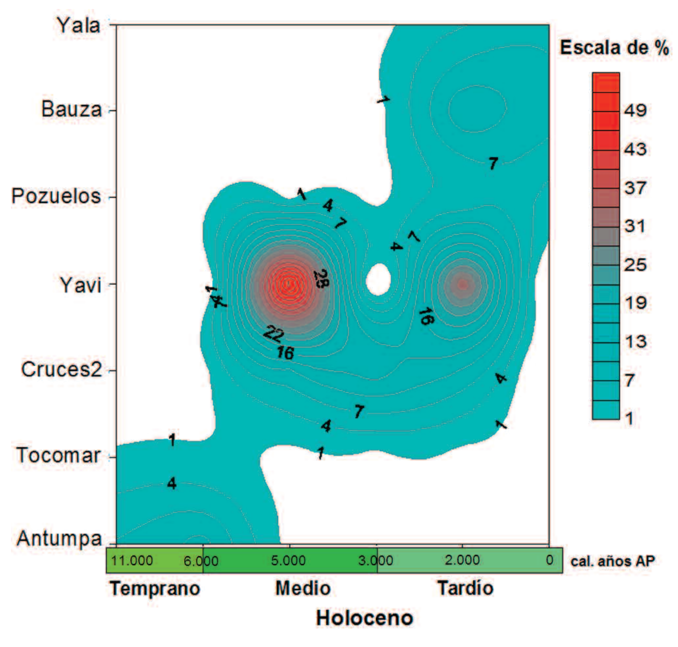


Figura 7. Promedio de disturbio en relación a la escala temporal (escala milenaria). Se compararon los fechados radiocarbónicos de cada secuencia para el Holoceno Temprano, Medio y Tardío. Sumatoria de los valores porcentuales de la asociación polínica de cada muestra y promedio del conjunto de muestras que integran cada intervalo de tiempo.

DISCUSIÓN

Muestras polínicas superficiales, archivos paleoambientales y sitios arqueológicos

Los datos disponibles permitieron realizar consideraciones y señalar tendencias sobre el disturbio antrópico regional, atendiendo a que los archivos paleoambientales pertenecen a diferentes ambientes de sedimentación, lo que implica a futuro un análisis diferencial, dadas las particularidades del disturbio en lagunas, vegas y contextos fluviales, así como ajustes metodológicos y de modelos cronológicos. Si bien estos ambientes son considerados reservorios hídricos de montaña con larga historia de aprovechamiento, los depósitos de vegas tienen un proceso de deterioro por pastoreo local distinto al de los sistemas lacustres y fluviales. La vegetación y el polen demuestran ser sensibles a los cambios ambientales en la Puna del NOA y Andes tropicales (Flantua *et al.*, 2016). En estos ambientes de sedimentación el polen presenta condiciones de preservación diferencial.

Las plantas actuales indicadoras de impacto o de la presencia humana con sus diversas actividades y grados de impacto (Ruthsatz, 1974, 1983; Braun Wilke, 1991; Graf, 1992; Lupo y Echenique, 1995, 1997), están representadas en los espectros polínicos por *Gomphrena*, Malvaceae, Brassicaceae, *Plantago*, Asteraceae Liguliflorae, Urticaceae, *A. garbancillo*, *Nototriche*, *Viguiera*, *Oxybaphus*, *Lachemilla pinnata*, *Geranium*, *Rumex*, *Melilotus*, Poacaeae tipo Cereal, *Z. mays* y especialmente Amaranthaceae/Chenopodiaceae. En los archivos paleoambientales naturales y sitios arqueológicos, las asociaciones tienen menos diversidad de tipos polínicos que en los sedimentos superficiales y se destacan los indicadores de pastoreo, donde las Malvaceae son comunes en todos los ambientes (Tab. 4).

Estos resultados condicen con los antecedentes sobre el intenso pastoreo en toda el área del NOA sobre la estructura y composición de las comunidades vegetales. La amplia altiplanicie de la Puna es utilizada como campo de pastoreo para ovinos, caprinos y camélidos, además de burros, vacas, mulas y caballos. Los mejores campos a orillas de los ríos, en vegas y ciénagas, se reservan para los vacunos; las llamas pastorean en grupos en los pastizales y ciénagas puneñas y altoandinas. Los problemas de alimentación del ganado se incrementan en invierno cuando los pastos y las herbáceas palatables por el ganado se secan. Durante estos meses se producen migraciones hacia los pastizales altoandinos (trashumancia) y los arbustos de la estepa, reemplazan a los pastos como forrajeras (Ruthsatz, 1983; Braun Wilke, 1991; Lupo *et al.*, 2008).

El pastoreo en la región de los Andes centrales reporta información desde la prehistoria sobre la relación mutualista hombre-planta-animales de *Chenopodium*, que tiene hasta la actualidad un rol importante como forrajera (Kuznar, 1991, 1993).

El patrón de ocupación del espacio de pastoreo por las llamas, cabras y ovejas en la Puna seca argentina es disperso, cercano a las fuentes de agua. Los asentamientos están en los lugares de pastos tiernos, cabeceras o tramos medios de las quebradas. Hay sitios temporarios, ubicados a mayores alturas, asociados a pasturas en abrigos o cuevas (Yacobaccio, 2006, 2013).

Es posible observar que el proceso de desertificación en el sector árido y semiárido del NOA por la erosión de los suelos, está agravado por el sobrepastoreo. Este proceso es regional, con graves consecuencias ecológicas, económicas y sociales (Kulemeyer y Lupo, 1998). Como ejemplo, se puede citar el deterioro de numerosos sitios arqueológicos desde su abandono (Alfarcito, en Tilcara; la Quebrada de Inca Cueva, entre otros); en la localidad de Tilcara se tienen evidencias de una progresiva profundización y migración del cauce del río Grande hacia el oeste desde 2.000 cal. años AP (Kulemeyer, 2005). Estos procesos de desertización fueron observados en las inmediaciones de la localidad de Abdón Castro Tolay (Barrancas) y en la cuenca de Tarija al sur de Bolivia por Gerold (1985).

En sedimentos de sitios arqueológicos (Figs. 2, 3; Tab. 4c), las asociaciones de cultivos, malezas y pastoreo, tienen mayores AR, FO y IVI, destacándose las Amaranthaceae/Chenopodiaceae, Poaceae y *Z. mays*. El polen de las Amaranthaceae/Chenopodiaceae puede interpretarse en relación a la presencia de especies cultivadas, a diferentes ambientes, actualmente vinculados a suelos salobres como los salares de la Puna, o en contextos de pastoreo y arqueológicos con ocupación humana, donde aumentan las especies de ruderales y la acumulación de materia orgánica (Horowitz *et al.*, 1981; Lupo, 1998; Lupo *et al.*, 2017).

Al oeste del Borde Oriental de la Cordillera de los Andes

(Fig. 5), los archivos polínicos del Holoceno Temprano de la Puna, como Tocomar (9.500 a 6.000 cal. años AP) muestran baja representación de elementos de impacto antrópico como se registra en las secuencias sedimentarias Lapao I y II y Pastos Chicos I y II (Fig. 1; Tab. 1) que abarcan el lapso entre 12.000 y 200 cal. años AP (Oxman *et al.*, 2014, 2016; Oxman, 2015). En la localidad de Barrancas, en el testigo de Cruces I (6.700 a 4.000 cal. años AP), se hallaron también Amaranthaceae/Chenopodiacae y Malvaceae y los porcentajes de estos taxones en Cruces II se interpretaron como probable respuesta al pastoreo. Una de las hipótesis sostiene que este cambio es producto de la intensificación del uso del espacio por los grupos humanos, mientras que otra le atribuye a la actividad humana un impacto incrementado por las condiciones de mayor aridez (Oxman, 2015).

El pastoreo ha sido inferido en todas las secuencias de los sitios ubicados en el sector oriental de la Puna. La presencia de la ganadería incipiente en el registro de Coranzuli fue sugerida por la presencia de palinomorfos no polínicos (*e.g.*, *Sporormiella*) a 2.500 cal. años AP (Stinnesbeck, 2014). Para el Holoceno Tardío en Lagunilla de Pozuelos (entre 2.050 y 900 cal. años AP, Figs. 6.1, 7) existen evidencias de la presencia de pastoreo, si bien moderado con relación a la actualidad, al igual que en el Aguilar (Fig. 1; Tab. 1). Este último es el primer registro palinológico con evidencias de intervención humana en el paisaje del NOA, donde la reducción de la cobertura herbácea fue atribuida al pastoreo durante los últimos 2.000 años (Markgraf, 1985). Para ese lapso se infiere el pastoreo en el archivo polínico de la Vega Tuzgle (Schittek *et al.*, 2016), en el cual se señala que el impacto fue significativo en ecosistemas altoandinos a partir de 1.050 cal. años AP, con pérdida de biomasa y fragmentación de la vegetación.

En contraste, hacia el Borde Oriental de la Cordillera de los Andes (Fig. 5), aumentaron los rangos de disturbio y diversidad polínica. Las asociaciones indicadoras de disturbio están bien documentadas desde 4.500 cal. años AP en la localidad de Yavi, con ganadería y agricultura incipiente en la Puna (Lupo, 1998). Se consideró que el pastoreo de la altiplanicie puneña condujo a una reducción de la densidad del pastizal y provocó, como consecuencia, un proceso de erosión generalizada y la profundización de los cauces en los valles a partir de *ca*. 2.000–1.500 cal. años AP (Kulemeyer y Lupo, 1998; Kulemeyer, 2005). Por otra parte, la secuencia polínica de Antumpa en Quebrada de Humahuaca (Tab. 2; Figs. 6.1, 7), mostró baja representación de los elementos de disturbio vinculados al pastoreo (*Gomphrena*, Malvaceae y Amaranthaceae/Chenopodiaceae) durante el Holoceno Temprano, que aumentaron hacia el Holoceno Medio (Lupo *et al.*, 2016).

Hacia el sur (Fig. 1; Tab. 1), en la localidad de Tafi del Valle (Tucumán), Lupo (1990) y Garralla (2003), en ecotonos de pastizales altoandinos y estepas arbustivas, mencionaron aumentos de Amaranthaceae/Chenopodiaceae en relación con la presencia humana durante el Holoceno Tardío. En la transición Prepuna-Monte, en Laguna Cotagua (Catamarca), la asociación de disturbio está indicada por *Gomphrena* y *Plantago*, cuyo incremento se vinculó con el pastoreo (Cruz, 2012; Kulemeyer *et al.*, 2013; Meléndez *et al.*, 2018).

En el límite del Bosques Montano Superior de las Yungas, se encuentran los registros en Lagunas de Yala y Vega Bauza (Fig. 2; Tab. 2). En Lagunas de Yala, los datos polínicos corresponden a diferentes resoluciones cronológicas que se complementaron con el análisis de carbono orgánico, carbonatos y fosfatos, los que permitieron ampliar la información sobre la erosión de los suelos vinculada a la agricultura y la ganadería desde épocas prehispánicas (Lupo *et al.*, 2006b).

El registro polínico de la secuencia sedimentaria de la vega Bauza (Fig. 2; Tab. 2) abarca los últimos 2.200 años cal. AP y muestra evidencias del desarrollo de la vega entre *ca*. 2.150 y *ca*. 1.800 cal. años AP como un sistema de agua fluyente semipermanente. Esto permitió inferir mayor disponibilidad de agua, lo que pudo haber ofrecido ventajas para el aprovechamiento humano de las primeras sociedades aldeanas del "Formativo" para el pastoreo de camélidos (llamas) en el lugar. Amaranthaceae/Chenopodiaceae y *Gomphrena* evidenciaron una respuesta al uso del suelo por actividades ganaderas, con fauna autóctona (Torres, 2017). Durante el siglo XX se registraron aumentos de los indicadores de disturbio como *Nototriche*, Amaranthaceae/Chenopodiaceae, *L. pinnata* y *Plantago tubulosa.* Este último taxón es aquí considerado indicador de la degradación de las vegas (Meneses *et al.*, 2015). Esta asociación indicaría la introducción de carga ganadera exótica. De acuerdo con datos históricos, durante el siglo XX la cuenca alta del río Perico

fue altamente impactada por actividades humanas, las que incluyen la ganadería extensiva con ganado ovino y caprino (Rixen *et al.*, 2015).

Recientemente, en el registro polínico de Laguna Seca en la Selva Pedemontana de las Yungas (Fig. 1; Tab. 1), con edades de alta resolución por ^{210}Pb (para el lapso 1959–2012 AD), la presencia de indicadores de disturbio relacionados con la ganadería, representados por *Senecio, Gomphrena*, Urticaceae, Amaranthaceae/Chenopodiaceae y Brassicaceae sugirió la presión de transformación y degradación que soporta el área (Fierro *et al.*, 2016).

Los registros polínicos de los sitios arqueológicos estudiados (Fig. 2; Tab. 2) muestran preservación diferencial entre andenes de cultivo, recintos habitaciones y perfiles arqueopalinológicos (Lupo *et al.*, 2010). Los andenes de cultivo, probablemente por problemas de lixiviación tienen mala preservación, por el contrario los recintos de ocupación muestran mayores evidencias y permiten reconstruir pautas de uso del espacio. Las muestras recuperadas proporcionaron tipos polínicos de especies cultivadas y cultígenos (*Z. mays*, Amaranthaceae/Chenopodiaceae), tanto en áreas domésticas como en los terrenos cultivados. Estos resultados aportan información a los estudios de sitios, la presencia de cultivos y cultígenos a través del polen, tanto en recintos habitacionales como en andenes de cultivos, vinculados a restos cerámicos y en secuencias sedimentarias del Holoceno Tardío.

En los sitios Los Amarillos y Muyuna (recinto) de la Quebrada de Humahuaca, se encontraron tipos polínicos como Amaranthaceae/Chenopodiaceae, *Gomphrena*, Asteraceae Liguliflorae, Poaceae > 40 µm relacionados con distintos momentos de ocupación y abandono (Nielsen y Lupo, 2002; Lupo *et al.*, 2006a).

En el sitio Moralito, ubicado en el Bosque Montano, no se han registrado evidencias directas de terrenos cultivados y la información palinológica que proporciona el polen de Poaceae > 40 µm, Amaranthaceae/Chenopodiaceae y *Erythroxylum*, junto a la presencia de grandes morteros, aportan datos indirectos que podrían relacionarse con estos cultivos. Las evidencias de cambios producidos en la manipulación de los vegetales se separan en cuatro momentos palinológicos, que podrían indicar variaciones en las pautas de aprovechamiento de los recursos vegetales, y/o abandonos parciales, así como reocupaciones del recinto (Lupo y Echenique, 2001).

En el NOA, para el período Arcaico (12.000–3.500 cal. años AP) o de agricultura y ganadería incipiente, la información arqueopalinológica sobre la aparición de cultivos como la quinoa es discutida (Sánchez *et al.*, 2015; Lupo *et al.*, 2017) y la evidencia proviene de fuentes arqueobotánicas para Antofagasta de la Sierra (Oliszewski y Olivera, 2009; Babot, 2009; Babot *et al.*, 2012). Actualmente en los archivos paleoambientales como La Palca de Yavi y en sitios arqueológicos, como Tucute (Fig. 2; Tab. 2), se están profundizando los estudios morfológicos para determinar los tipos polínicos que corresponderían a *Chenopodium quinoa* (Sánchez *et al.*, 2015). Estos datos ya están respaldados palinológicamente para el Holoceno Medio de los Andes Centrales del Perú (Hansen *et al.*, 1994) y en Bolivia (Ledru *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

Este trabajo muestra que el impacto antrópico sobre la vegetación en las ecorregiones del NOA se documentó para diferentes contextos ambientales naturales (lacustres, fluviales, vegas y sitios arqueológicos). Se destaca, según los valores de abundancia relativa, la frecuencia de ocurrencia y el índice de importancia que: (1) la asociación polínica vinculada al pastoreo en los sedimentos actuales y archivos paleoambientales está representada por *Gomphrena*, Malvaceae, Brassicaceae, *Plantago* y Urticaceae y (2) la asociación polínica vinculada a cultivos, maleza de cultivo y pastoreo en los sitios arqueológicos está representada por Amaranthaceae/Chenopodiaceae, Poaceae y *Zea mays*.

Las tendencias temporales y espaciales de los elementos de disturbio, en los archivos del oeste del Borde Oriental de la Cordillera de los Andes muestran la presencia de bajos rangos de pastoreo desde el Holoceno Temprano hasta el Holoceno Medio y que esta aumenta hacia el Holoceno Tardío. En otro contexto ambiental, hacia el este, en la transición de las ecorregiones de Puna-Prepuna-Bosque, aumenta la diversidad e importancia de tipos polínicos de pastoreo-cultivos y de malezas de cultivos que están presentes desde el Holoceno Medio y con mayor importancia en el Holoceno Tardío.

Se destaca la buena preservación polínica en los humedales, los cuales constituyen excelentes archivos paleoam-

bientales naturales y fuentes de agua para las sociedades andinas, que amerita la implementación de políticas de conservación (Schittek *et al.*, 2015, 2016).

Estos estudios arqueopalinológicos para el NOA, especialmente en sitios con ocupación sedentaria y actividad agrícola, aportaron a la discusión arqueológica sobre el paisaje agrario o aldeano del primer milenio y a los tipos de domesticidad (Haber, 2006), sobre todo a partir de *ca.* 4.500–3.500 cal. años AP, donde hay menciones de asociaciones vegetales antropogénicas para distintas sociedades de cazadores-recolectores. Estos resultados implicaran nuevos conceptos metodológicos sobre los desarrollos iniciales del cultivo de especies vegetales en el NOA (Lemas, 2014).

AGRADECIMIENTOS

A los organismos que financiaron estas investigaciones (PIP-CONICET 6364, SECTER-UNJU.A0022, PIO-CONICET 14020140100094CO, *German Federal Ministry for Education and Research* (ARG 06/009). Al Dr. Julio José Kulemeyer (PICTO 2008-00174); Dra. María Ester Albeck (PIP-CONICET 1122100100362); Dr. Hugo Yacobaccio (UBACYT F230, PIP-CONICET 569 y PICT-ANPCyT2013-0479); Dr. Frank Schäbitz (*Funding by the German Science Foundation*-SCHA 14-1/2). A los estudiantes y becarios integrantes de los diferentes equipos que colaboraron en el campo y gabinete, a Natalia Batallanos por las tareas de laboratorio y a los evaluadores por las sugerencias y aportes a este trabajo.

REFERENCIAS

Albeck, M.E. 1994. Áreas agrícolas y densidad de ocupación prehispánica en la Quebrada de Humahuaca. *Avances en Arqueología* 2: 56–77.

Albeck, M.E. y Zaburlín, M. 2008. Nuevos aportes a la cronología de sitios agroalfareros en la Puna Jujeña. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 33: 155–180.

Albeck, M., Lupo, L., Zaburlín, M., Fierro, P. y Kulemeyer, J. 2017. Cambios Paleoclimáticos y Flujos de Circulación de Alfarería entre los Siglos V y XVI Puna Central de Jujuy. Noroeste Argentino. *3° Conferencia Intercontinental de la Society for American Archeology* (Oaxaca), *Proceedings:* 17.

Aschero, C.A. y Yacobaccio, H.D. 1998. 20 años después: Inca Cueva 7 reinterpretado. *Cuadernos FHyCS-UNJu* 18: 7–18.

Babot, M. del P. 2009. Procesamiento de tubérculos y raíces por grupos agropastoriles del noroeste argentino prehispánico: análisis de indicadores en residuos de molienda. *Treballs D'Etnoarqueologia* 7: 67–82.

Babot, M. del P., Hocsman, S., Piccón Figueroa, R. y Haros, C. 2012. Recetarios prehispánicos y tradiciones culinarias. Casos de la puna argentina, en las manos en la masa. En: M del P. Babot, M. Marschoff y F. Pazzarelli (Eds.), *Arqueologías, antropologías e historias de la alimentación en Suramérica.* Museo de Antropología, Instituto Superior de Estudios Sociales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, p. 235–270.

Braun Wilke, R.H. 1991. *Plantas de interés ganadero de Jujuy y Salta. Noroeste argentino.* Junta Nacional de Carnes, Buenos Aires, 309 p.

Braun Wilke, R.H., Santos, E., Picchetti, L. *et al.* 2013. *Carta de aptitud ambiental de la provincia de Jujuy*. Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy, 245 p.

Brown, A., Martínez Ortiz, U., Acerbi, M. y Corcuera, J. 2006. *La Situación Ambiental Argentina 2005*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, 587 p.

Bryant, V. M. Jr. 1989. [*Botanical remains in archeological sites. Interdisciplinary workshop on the physical-chemical-biological process affecting archeological sites*. Department of the Army, US Army, Texas, Corps of Engineers, 85–115 p. Informe Final. Inédito.].

Cruz, A. 2012. [*Los cambios del paisaje a través de la vegetación en el Valle del Bolsón (Belén, Provincia de Catamarca). Estudio paleopalinológico*. Tesina de grado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy, 60 p. Inédita.].

De Klerk, P. y Joosten, H. 2007. The difference between pollen types and plant taxa: a plea for clarity and scientific freedom. *Eiszeitalter und Gegenwart/Quaternary Science Journal* 56: 162–171.

Escola, P. 2002. Caza y pastoralismo: un reaseguro para la subsistencia. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 27: 233–245.

Faegri, K. e Iversen, J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. 4ta. Edición. Blackburn Press, Caldwell, 328 p.

Fernández, J., Markgraf, V., Panarello, H.O. *et al.* 1991. Late Pleistocene/Early Holocene environments and climates, fauna, and human occupation in the Argentine Altiplano. *Geoarchaeology* 6: 251–272.

Fierro, P.T., Kulemeyer, J.J., Lupo, L.C. y Giralt, S. 2016. Historia ambiental de la Laguna Seca, Tartagal, Salta, Noroeste Argentino. *Revista brasilera de paleontología* 19: 325–340.

Flantua, S.G.A., Hooghiemstra, H., Vuille, M. *et al.* 2016. Climate variability and human impact in South America during the last 2000 years: synthesis and perspectives from pollen records. *Climate of the Past* 12: 483–523.

Garralla, S. 2003. Análisis polínico de una secuencia sedimentaria del Holoceno tardío en el Abra del Infiernillo, Tucumán, Argentina. *Polen* 12: 53–63.

Gerold, G. 1985. Jüngere Relief- und Bodenentwicklung im Becken von Tarija/ Südbolivien. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teill.* H.11/12: 1479–1496.

Graf, K. 1992. *Pollendiagramme aus den Anden: Eine Synthese zur Klimageschichte und Vegetationsentwicklung seit der letzten Eiszeit*. Physische Geographie 34, Universität Zürich, Suiza, 138 p.

Gray, J. 1965. Palynological techniques. En: B. Kummel y D. Raup (Eds.), *Handbook of Paleontological techniques*. W.H. Freeman, San Francisco, p. 471–587.

Haber, A. 2006. *Una arqueología de los oasis puneños. Domesticidad, interacción e identidad en Antofalla, primer y segundo milenios d.C*. Jorge Sarmiento Editor. Universitas libros, Córdoba, 442 p.

Hammer, Ø., Harper, D.A. y Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1–9.

Hansen, B.C.S., Seltzer, G.O. y Wright, H.E. 1994. Late Quaternary vegetational change in the central Peruvian Andes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 109: 263–286.

Heusser, C.J. 1971. *Pollen and Spores of Chile*. The University of Arizona Press, Tucson, 167 p.

Horowitz, A., Gerald, R.E. y Chaiffetz, S. 1981. Preliminary paleoenvironmental implications of pollen analyzed from Archaic, Formative and historic sites Near El Paso, Texas. *The Texas Journal of Science* 33: 61–72.

Joosten, H. y De Klerk, P. 2002. What's in a name? Some thoughts on pollen classification, identification, and nomenclature in Qua-

ternary palynology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 122: 29–45.

Kulemeyer, J.A. 1995. *Arqueología. Algunas cuestiones relativas a la recolección y presentación de hallazgos*. Editorial Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy, 97 p.

Kulemeyer, J.J. 2005. [*Holozane Landschafts entwicklung im Einzugsgebiet des Rio Yavi 795 (Jujuy/Argentina)*.Tesis Doctoral, Facultad de Biología, Química y Geociencias, Universidad de Bayreuth, Alemania, 157p. Inédita.].

Kulemeyer, J. y Lupo, L.C. 1998. Evolución del paisaje bajo influencia antrópica durante el Holoceno Superior en la cuenca del río Yavi, Borde oriental de la Puna. Jujuy, Argentina. *Bamberger Geographische Schriften* 15: 256–268.

Kulemeyer, J., Lupo, L., Madozzo Jaén, M.C. *et al.* 2013. Desarrollo del paisaje Holoceno en la cuenca de El Bolsón: gente y ambiente en procesos de cambio y estabilidad. *Diálogo Andino* 41: 25–44.

Kuznar, L.A. 1991. Transhumant goat pastoralism in the High Sierra of the South Central Andes: human responses to environmental and social uncertainty. *Nomadic Peoples* 28: 93–104.

Kuznar, L.A. 1993. Mutualism between *Chenopodium*, herd animals and herders in the South Central Andes. *Mountain Research and Development* 13: 257–265.

Ledru, M.-P., Jomelli, V., Bremond, L. *et al.* 2013. Evidence of moist niches in the Bolivian Andes during the mid–Holocene arid period. *The Holocene* 23: 1547–1559.

Lemas, V. 2014. Boceto para un esquema: domesticación y agricultura temprana en el Noroeste argentino. *Revista Española de Antropología Americana* 44: 465–494.

López, G. 2008. Arqueología de Cazadores y Pastores en Tierras Altas: Ocupaciones humanas a lo largo del Holoceno en Pastos Grandes, Puna de Salta, Argentina. En: A.D. Izeta (Ed.), *South American Archaeology*. Series 4, Oxford, BAR S1854.

Lupo, L. 1990. Palinología de una secuencia del Holoceno en el Valle de Tafí, provincia de Tucumán, Argentina. *Facena* 8: 87–98.

Lupo, L.C. 1998. [*Estudio sobre la lluvia polínica actual y la evolución del paisaje a través de la vegetación durante el Holoceno en la cuenca del río Yavi. Borde Oriental de la Puna, Noroeste argentino*. Tesis Doctoral, Universidad de Bamberg, Alemania, 87 p. Inédita.].

Lupo, L.C. y Echenique, M.R. 1995. Avances de un estudio etnobotánico en la comunidad puneña de Yavi. Jujuy, Argentina. *Cuadernos FHCS-UNJu* 5: 127–150.

Lupo, L.C. y Echenique, M.C. 1997. Etnobotánica en la comunidad puneña de Yavi. Jujuy, Argentina. Parte I. *Parodiana* 10: 19–34.

Lupo, L.C. y Echenique, M.R. 2001. Reconstrucción arqueopalinológica de los diversos momentos de ocupación del yacimiento Formativo Moralito. Jujuy, Noroeste Argentino. *Publicación Especial de la Asociación Paleontológica Argentina* 8: 125–130.

Lupo, L.C., Bianchi, M., Araoz, E. *et al.* 2006b. Climate and human impact of the last 2000 years as recorded in Lagunas de Yala, Province of Jujuy, northwestern Argentina. *Quaternary International* 158: 30–43.

Lupo, L.C., Kulemeyer, J., Aschero C. y Nielsen, A. 2006a. Evidencias palinológicas de intervención humana en el paisaje desde el precerámico al formativo de Puna y Quebrada de Humahuaca. *13° Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología* (Bahía Blanca), *Libro de Resúmenes*: 85.

Lupo, L.C., Morales, M., Yacobaccio, H., Maldonado, A. y Grosjean, M. 2007. Cambios Ambientales en la Puna Jujeña durante los últimos 1200 años: Explorando su impacto en la economía pastoril. *16° Congreso Nacional de Arqueología Argentina* (Jujuy), 3: 151–156.

Lupo, L.C., Braun Wilke, R., Guzmán, G., Villafañe, B.S. y Kulemeyer, J. 2008. Correlación entre vegetación, deterioro ambiental y registro paleoambiental en Sectores de Alta Montaña. Provincia de Jujuy. Noroeste Argentino. *Revista Agraria* 10: 42–55.

Lupo, L.C., Sánchez, A.C., Rivera, N. y Albeck, M.E. 2010. Evidencias palinológicas en Pueblo Viejo de Tucute. Período tardío de la Puna de Jujuy. En: A. Korstanje y M. Quesada (Eds.), *Arqueología de la Agricultura: Casos de Estudio en la Región Andina Argentina*. Ediciones Magna, San Miguel de Tucumán, p. 120–131.

Lupo, L.C., Kulemeyer, J., Sánchez, A., Pereira, E. y Cortés, R. 2016. Los archivos paleoambientales en el Borde Oriental de la Puna y sus respuestas a los cambios naturales y antrópicos durante el Holoceno. Noroeste argentino. *Dossier Estudios Sociales del Noa* 16: 39–68.

Lupo, L.C., Torres G.R., Oxman B.I., Fierro, P.T., Sánchez, A.C. y Schittek, K. 2017. Disturbio antrópico en la vegetación de la puna durante el Holoceno. Noroeste argentino. Anthropic disturb in vegetation of the Puna during the Holocene. Northwestern Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 52: 352–353.

Markgraf, V. 1985. Paleoenvironmental history of the last 10.000 years in Northwestern Argentina. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie* T.1 (11/12): 1739–1748.

Markgraf, V. y D'Antoni, H.L. 1978. *Pollen Flora of Argentina*. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona, 208 p.

Meléndez, A.S., Kulemeyer, J.J., Lupo, L.C., Quesada, M.N. y Korstanje, M.A. 2018. Paleoenvironments and human occupation in the El Bolsón Valley of northwest Argentina (province of Catamarca, dept. of Belén). *Journal of Archaeological Science: Reports* 18: 758–768.

Meneses, R.I., Ortuño, T., Herrera, S.L., Domic, A., Palabral-Aguilera, A.N. y Zeballos, G. 2015. Bofedales andinos. En M.I. Moya, R.I. Meneses y J. Sarmiento (Eds.), *Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz.* Segunda Edición, Museo Nacional de Historia Natural, La Paz, Bolivia, 801 p.

Moore, P. y Webb. J. 1983. *An illustrated guide to pollen analysis*. Hodder and Stoughton, Londres, 133 p.

Morales, M., Barberena, R., Belardi, J., *et al.* 2010. Reviewing human-environment interactions in arid regions of southern South America during the past 3000 years more. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281: 283–295.

Mostacedo, B. y Fredericksen, T. 2000. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. El País, Santa Cruz, 92 p.

Muscio, H. 2004. [*Dinámica poblacional y evolución durante el período agroalfarero temprano en el Valle de San Antonio de los Cobres, puna de Salta, Argentina*. Tesis Doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. 527p. Inédita.].

Nielsen, A. y Lupo, L. 2002. Primeros Resultados Arqueopalinológicos para Quebrada de Humahuaca y sus implicancias para la Comprensión de los Procesos Socioculturales Prehispánicos (ca. 900–1500 d.C.). *7° Jornadas Regionales de Investigación en Humanidades y Ciencias Sociales* (Jujuy), *Libro de resúmenes*: 9–11.

Oliszewski, N. y Olivera, D. 2009. Variabilidad racial de macrorrestos arqueológicos de *Zea mays* (Poaceae) y sus relaciones con el proceso agropastoril en la puna meridional argentina (Antofagasta de la sierra, Catamarca). *Darwiniana* 47: 76–91.

Olivera, D. 1988. La opción productiva: apuntes para el análisis de sistemas adaptativos del período Formativo del noroeste argentino. *9° Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, (Buenos Aires), *Actas*: 87–110.

Olivera, D. 2001. *Sociedades agropastoriles tempranas: el formativo inferior del noroeste argentino. Historia Argentina Prehispánica*, Tomo I. Ed. Brujas, Córdoba, 83–125 p.

Oxman, B. 2015. [*Paleoambiente y sociedad durante el Holoceno en la Puna Seca de Jujuy: un abordaje arqueopalinlógico*. Tesis Doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 258 p. Inédita.].

Oxman B., Tchilinguirian, P., Yacobaccio, H. y Lupo, L. 2016. Nuevos análisis paleoambientales y sus implicancias arqueológicas durante la Pequeña Edad de Hielo en la Puna. *Dossier Estudios Sociales del NOA* 16: 13–37.

Oxman, B., Yacobaccio, H., Lupo, L. y Tchilinguirian, P. 2014. Primeros estudios paleoambientales de Lapao 2 (Puna Seca) y la señal de la Pequeña Edad de Hielo. *Anuario de Arqueología* 5: 375–390.

Pearsall, D.M. 1989. Adaptation of prehistoric hunter-gatherers to the high Andes: The changing role of plant resources. En: D.R. Harris y G.C. Hillman (Eds.), *Foraging and Farming: The Evolution of Plant Exploitations*. Unwin Hyman, Londres, p. 318–332.

Renault-Miskovsky, J. 1988. Palynologie archéologique. A la recherche des climats, des paysages et des coutumes de la Préhistoire. *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie I, Prehistoria 1: 471–489.

Renault-Miskovsky, J. y Lebreton, V. 2006. Paléontologie humaine et Préhistoire Place de la palynologie archéologique, au regard des longues séquences polliniques de référence. *Comptes Rendus Palevol* 5: 73–83.

Rixen, A., Le Coq, J.F., Fallot, A., Ruiz, C. y Schilinger, R. 2015. Análisis participativo de las dinámicas socio-ecológicas de la cuenca Perico-Manantiales. World Wide Web: https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01119332v1

Ruthsatz, B. 1974. Los arbustos de las estepas andinas del noroeste argentino y su uso actual. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 16: 27–45.

Ruthsatz, B. 1977. Pflanzengesellschaften und ihre Lebensbedingungen in den Andinen Halbwüsten Nordwest - Argentiniens. *DissertationesBotanicæ* 38: 1–168.

Ruthsatz, B. 1983. Der Einfluß des Menschenauf die Vegetationsemiarider bis arider tropischer Hochgebirge am Beispiel der Hochanden. *Berichte Deutsche Botanische Gesellschaft* 96: 535–576.

Sánchez A.C., Lupo, L.C., Pereira, E. y Méndez, M. 2015. El tipo Chenopodiaceae presente en contextos arqueológicos. Puna y Prepuna del Noroeste argentino. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 50: 248.

Schäbitz, F. 2000. Vegetation and climate history of the eastern flank of the Sierra de Santa Victoria, Jujuy Province, NW-Argentina (first results). *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie* 7–8: 969–984.

Schäbitz, F., Lupo, L.C., Kulemeyer, J.J. y Kulemeyer, J.A. 2001. Variaciones de la vegetación, el clima y la presencia humana en los últimos 15.000 años en el Borde Oriental de la Puna, provincias de Jujuy y Salta, Noroeste Argentino. *Publicación Especialde la Asociación Paleontológica Argentina* 8: 125–130.

Schittek, K., Forbriger, M., Mächtle, B. *et al.* 2015. Holocene environmental changes in the highlands of the southern Peruvian Andes (14° S) and their impact on pre-Columbian cultures. *Climate of the Past* 11: 27–44.

Schittek, K., Kock, S., Lücke, A. *et al.* 2016. A high-altitude peatland record of environmental changes in the NW Argentine Andes (24° S) over the last 2100 years. *Climate of the Past* 12: 1165–1180.

Silverman, H. e Isbell, W.H. 2008. *Handbook of South American Archaeology*. Springer, New York, 1157 p.

Stinnesbeck, S. 2014. [*Holozäner Klimawandel und Mensch-Umwelt-Interaktionen in den Hochanden von Nordwest-Argentinien*. Tesis de Maestría, Universidad de Colonia, Alemania, 103 p. Inédita.].

Tapia-Núñez, M. y Flores-Ochoa, J. 1984. [Pastoreo y Pastizales de los Andes del Sur del Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. Programa colaborativo de apoyo a la investigación en rumiantes menores, Lima, Perú, 312 p. Informe Inédito.].

Tchilinguirian, P., Morales, M., Oxman, B., Lupo, L., Olivera,D. y Yacobaccio, H. 2014. Early to Middle Holocene transition in the Pastos Chicos record, dry Puna of Argentina. *Quaternary International* 330: 171–182.

Torres, G.R. 2017. [*Patrones de transporte y depósito polínico de especies trazadoras del bosque montano de Yungas: Implicancias paleoambientales durante el Cuaternario del Noroeste Argentino*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Salta, 210 p. Inédita.].

Torres, G., Lupo, L. y Pérez, C. 2011. Transporte y depósito polínico arbóreo entre las Sierras Subandinas y la Cordillera Oriental de Jujuy. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 46: 265.

Torres, G.R., Lupo, L.C., Kulemeyer, J.J. y Pérez, C.F. 2016. Palynological evidence of the geoecological belts dynamics from Eastern Cordillera of NW Argentina (23° S) during the Pre-Last Glacial Maximum. *Andean Geology* 43: 151–165.

Turner, J. 1964. The anthropogenic factor in vegetational history. *The New Phytologist* 63: 73–90.

Weninger, B., Danzeglocke, U. y Jöris, O. 2013. Comparison of Dating Results achieved using Different Radiocarbon-Age Calibration Curves and Data. World Wide Web: http:// www.calpal.de (últimavisita 03-11-2017)

Werner, D.J. 1976. [*Die Vegetation der argentinischen Puna und des Puna-Ostrandes, Habilitationsschrift*. Tesis doctoral, Universidad de Kiel, Alemania, 496 p. Inédita.].

Yacobaccio, H.D. 2006. Intensificación económica y complejidad social en cazadores-recolectores surandinos. *Boletín de Arqueología PUCP* 10: 305–320.

Yacobaccio, H.D. 2013. Towards a human ecology for the Middle Holocene in the Southern Puna. *Quaternary International* 307: 24–30.

Yacobaccio, H.D. y Madero, C. 1992. Zooarqueología de Huachichocana III (Jujuy, Argentina). *Arqueología* 2: 149–188.

Yacobaccio, H.D. y Morales, M. 2005. Mid-Holocene environment and human occupation of the Puna (Susques, Argentina). *Quaternary International* 132: 5–14.

Doi: 10.5710/PEAPA.29.05.2018.257

Recibido: 22 de noviembre de 2017
Aceptado: 29 de mayo de 2018